

## ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ САМОВСПЕНИВАЮЩЕГОСЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПУТЕМ АККУМУЛИРУЮЩЕЙ МНОГОСЛОЙНОЙ ПРОКАТКИ

Н.А. Морозов, С.С. Саркисов

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Е.Б. Черепецкая  
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 4, 119991  
E-mail: morozov499@yandex.ru, [sarkfoil@ya.ru](mailto:sarkfoil@ya.ru)

Существуют различные способы получения металлических пористых материалов [1]. Все известные способы можно разделить на два класса получения пенометаллов. Первый класс – это методы расплавления металла и ввод в него газообразных парафоров (литейный). Второй класс – это технологии порошковой металлургии, где в прессованный порошок металлов добавляется также порошковый парафор, и производится нагрев состава до вспенивания (порошковый).

Известны совмещенные методы литья и порошковой металлургии, применяемые для получения алюмоматричных композитов, армированных дисперсными частицами тугоплавких соединений, в том числе карбида бора –  $B_2C$ . К ним относятся метод инфильтрации расплава алюминия через пористый каркас из армирующего порошка; получение композиционного порошка методом механохимического синтеза (механического легирования) с последующим динамическим компактированием его на магнитно-импульсных прессах и др. [2]

Эти способы изготовления пористых композитов характеризуются повышенной трудоемкостью, требуют разработки конструктивно сложного специализированного оборудования и непригодны для массового производства.

В связи с этим является актуальным вопрос проведения прикладных исследований, направленных на изучение возможности применения способа прокатки для получения листового композиционного материала путем интенсивной пластической деформации (ИПД) методом аккумулялирующей многослойной прокатки (АМП) с холодной сваркой [3]. Данный метод принципиально отличается от известных методов (литейного, порошкового, совмещенного) вспенивания, и является по сути новым классом вспенивания (прокатным-самовспенивающимся).

Проведены экспериментальные исследования получения самовспенивающегося композиционного материала путем аккумулялирующей многослойной прокатки.

Изначально, исходный алюминиевый лист подвергали химическому обезжириванию, далее после сушки проводилась механическая зачистка контактирующих поверхностей путем крацевания с созданием шероховатости  $Ra > 0,8 \text{ мкм}$ .

Собирался пакет из 3-х алюминиевых листов, между подготовленными контактирующими поверхностями вводился заранее подпрессованный порошок гидроксида титана. Причем процентное содержания вводимого гидроксида титана выбирался в зависимости от заранее заданной толщины увеличения при вспучивании и с учетом дополнительного его добавления при последующих циклах АМП. В общем случае процентное содержание вводимого гидроксида титана находится в диапазоне 1-5% по массе композиционного материала.

На следующем этапе проводилась АМП с обжатиями от 30 до 70%. Полученный промежуточный пятислойный композит ( $Al+TiH_2+Al+TiH_2+Al$ ) по описанной выше аналогии подготавливался путем химической и механической зачистки контактирующих поверхностей, был обрезан на две ленты по длине, накладывался друг на друга и проводилась повторная АМП. Таким образом далее прокат вели уже в два и более слоя с добавлением парафора между контактируемыми поверхностями.

В зависимости от заданного увеличения толщины после вспенивания процесс ИПД вели с логарифмической деформацией 5-12 единиц. Выбор единицы логарифмической деформации позволяет варьировать толщину увеличения при вспенивании термической обработкой.

На последнем проходе АМП собирался пакет из 2 и более подготовленных многослойных листов и вводилась между слоями активная вставка, в виде матрицы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (далее СВС), наноструктурированной фольги  $Al+Ni$ , причем контактирующие поверхности, аналогично подготавливаются химической и механической обработкой, пакет прокатывался по тому же принципу АМП.

Полученный металломатричный композит с активной вставкой подвергался инициализации СВЧ. В результате кратковременного нагрева происходит процесс волнового горения с образованием вспененного материала. (Рисунок 1) Причем в зависимости от заданной толщины вспенивания, регулировали параметры содержания  $TiH_2$ , его гранулометрический состав, логарифмическую деформацию, процентное содержание и количество слоев активной вставки. Толщина увеличения, или коэффициент увеличения при данном процессе самовспенивания достигает до 10 и более раз.

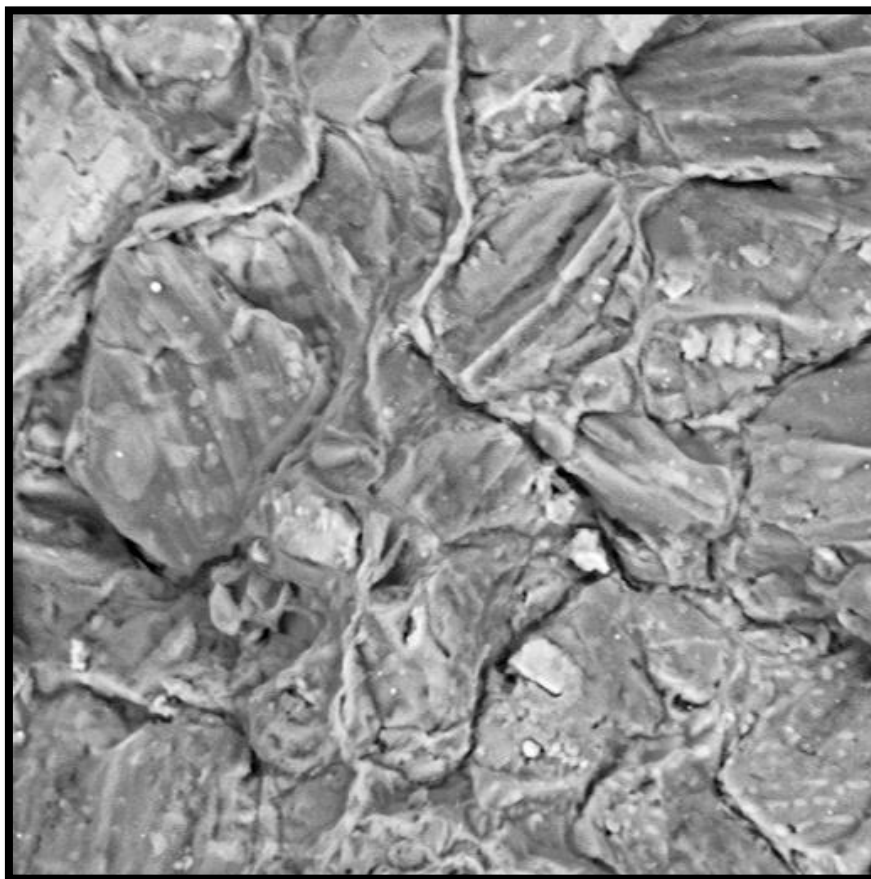


Рис. 1. Электронное изображение материала после инициализации СВЧ

Данный металломатричный материал, после вспенивания, может быть использован в судостроении, лифтостроении, автомобилестроении, авиастроении, звукоизоляции, теплоизоляции, в теплообменниках, строительстве и др.

Полученный вспененный материал имеет низкую плотность от  $700 \text{ кг/м}^3$ , хорошие флотационные свойства, высокий уровень звукопоглощения и шумозащиты, теплоизоляции, теплообменные, демпфирующие свойства при ударах и др.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Metal Foams: A Design Guide. M.F. Ashby, A.G. Evans, N.A. Fleck, L.J. Gibson, J.W. Hutchinson and H.N.G. Wadley, Butterworth - Heinemann, 2000.
2. Кондратенко А.Н., Голубкова Т.А. Перспективные технологии получения и области применения наноструктурных металломатричных композитов (Обзор) // Журнал «Конструкции из композиционных материалов». 2009. №1. С.24-28.
3. И.И. Новиков, В.С. Золоторевский, К.К. Портной, и др. Металловедение, Учебник. М.- Издательский Дом МИМиС, 2009. Том 1. С.425-429.